



WHITEPAPER

PRINCIPI DI DESIGN PER IMPIANTI RESIDENZIALI O COMMERCIALI SU TETTO

Attilio Bragheri, Head of Engineering and Project Management South Europe, SMA Solar Tehcnology

1. Introduzione

Il design elettrico di un impianto fotovoltaico, per quanto semplice, deve rispettare diversi requisiti e normative.

Oltre a quanto stabilito per legge, esistono regole generali di design che sono dettate da best practices e che consentono di realizzare non solo un impianto a norma di legge, ma un impianto performante, che garantisca un ritorno dell'investimento più rapido possibile.

La massimizzazione della produzione dell'impianto e la minimizzazione dei suoi fermi sono quindi i due aspetti da considerare per una buona progettazione.

In questo whitepaper viene mostrato come la tecnologia SMA permetta di rispondere a tutte le esigenze progettuali di un impianto domestico o commerciale, traendo vantaggio dal più ampio portfolio prodotti nel mercato degli inverter e da un'esperienza di quasi 40 anni.

2. Principi di design

I principi di design che guidano SMA sono legati profondamente alla filosofia della azienda che, da sempre, persegue l'innovazione tecnologica in maniera responsabile e sostenibile, al fine di garantire la massima competitività della generazione PV.

Questi principi si possono riassumere in due linee guida:

1. Un approccio essenziale e frugale alla progettazione, che elimina tutto ciò che non è funzionale alle performance o alla affidabilità (less is more)
2. Ogni prodotto/progetto SMA è ingegnerizzato per operare per almeno 20 anni. Questo massimizza l'IRR dell'investimento ed assicura una impronta ambientale ridotta.

3. Evoluzione tecnologica

Negli ultimi anni sono stati introdotti diverse innovazioni nel campo inverter tese a sfruttare al massimo l'energia prodotta dai pannelli PV.

Tra questi possiamo citare:

- Algoritmo MPPT Perturb & Observe (SMA OptiTrac)
- Algoritmo MPPT con ricerca massimo assoluto con shadow function (SMA ShadeFix)
- MLPE (ottimizzatori a livello di modulo).

In parallelo all'introduzione di queste innovazioni, gli inverter hanno raggiunto una efficienza di conversione molto elevata. Nel caso di SMA l'efficienza MPPT è superiore al 99% come indicato in Figura 1.

Static MPPT Efficiency of 99.8% with OptiTrac

The SMA PV inverters listed below usually include the MPP tracking algorithm OptiTrac. This tracking system operates highly efficient at a minimum static MPPT efficiency of 99.8% (according to DIN EN 50530). The tracking behaviour is tested during the internal type testing of our inverters in order to guarantee constant quality.

Possible datasheet specifications indicating a tracking efficiency of 99.5% are based on an outdated operational control and are no longer valid.

SUNNY BOY	SUNNY BOY US	SUNNY TRIPOWER	SUNNY CENTRAL
SB 240-10 with Multigate-10	SB 240-US-10 with Multigate-US	STP 5000TL-20	SC 500CP-10
SB1.5-1VL-40	SB 3000TL-US-22	STP 6000TL-20	SC 630CP-10
SB2.5-1VL-40	SB 4000TL-US-22	STP 7000TL-20	SC 720CP-10
SB 3000TL-21	SB 5000TL-US-22	STP 8000TL-20	SC 760CP-10
SB 3600TL-21	SB 6000TL-US-22	STP 9000TL-20	SC 800CP-10
SB 4000TL-21	SB 7000TL-US-22	STP 10000TL-20	SC 850CP-10
SB 5000TL-21	SB 7700TL-US-22	STP 12000TL-20	SC 900CP-10
SB 6000TL-21	SB 5000US-12	STP 15000TL-10	SC 1000CP-10
SB 3600SE-10	SB 6000US-12	STP 15000TL-30	SC 2200-10
SB 5000SE-10	SB 7000US-12	STP 20000TL-30	SC 2500EV-10
SB3.0-1AV-40	SB 8000US-12	STP 25000TL-30	SC 2750EV-10
SB3.6-1AV-40	SB 9000TLUS-12	STP 60-10*	SUNNY CENTRAL US
SB4.0-1AV-40	SB 10000TLUS-12	SUNNY TRIPOWER US	SC 500CPUS-10
SB5.0-1AV-40	SB 11000TLUS-12	STP 12000TL-US-10	SC 630CPUS-10
	SB3.0-1SPUS-40	STP 15000TL-US-10	SC 720CPUS-10
	SB3.8-1SPUS-40	STP 20000TL-US-10	SC 750CPUS-10
	SB5.0-1SPUS-40	STP 24000TL-US-10	SC 800CPUS-10
	SB6.0-1SPUS-40	STP 30000TL-US-10	SC 850CPUS-10
	SB7.0-1SPUS-40		SC 900CPUS-10
	SB7.7-1SPUS-40		SC 1850US-10
			SC 2200US-10
			SC 2500EVUS-10
			SC 2750EVUS-10
			SUNNY CENTRAL JP
			SC 500CJP-10
			SC 630CJP-10
			SC 800CJP-10
			SC 1000CJP-10

* SMA OptiTrac is not supported

Figura 1. Efficienza statica MPPT inverter SMA

SMA è l'unica azienda sul mercato che ha nel suo portfolio tutte le innovazioni indicate. Ma come vanno utilizzate correttamente? Come posso

ottenere il massimo vantaggio per il mio investimento?

Per rispondere a queste domande dobbiamo rifarci ai principi elencati in precedenza e minimizzare i componenti non necessari al fine di minimizzare le perdite di produzione e massimizzare l'affidabilità dell'impianto.

4. Tetto semplice senza ombreggiamenti o ombreggiamenti inferiori al 10%

Nel caso di un impianto su tetto semplice (con una o due esposizioni) senza ombreggiamenti o con ombreggiamenti inferiori al 10% (rapporto tra moduli parzialmente ombreggiati e moduli totali) la soluzione migliore è:

- inverter di stringa (con uno o due MPPT)
- algoritmo MPPT standard (OptiTrac), senza shadow function.

In assenza di ombre (o con ombre trascurabili) ogni ulteriore aggiunta di elementi software (shadow function attivata) o hardware (ottimizzatori a livello di stringa) può solo peggiorare le performance dell'impianto.

Attivando la funzione shadow si peggiora di circa 0.05%-0.1% l'efficienza MPPT dell'inverter. Si tratta di un valore trascurabile, ma comunque ogni frazione di energia contribuisce al bilancio energetico.

Ben peggiore è l'utilizzo di ottimizzatori a livello di stringa. Con questa scelta si diminuisce sensibilmente l'energia prodotta: l'aggiunta di uno stadio DC/DC a livello di modulo inserisce, per definizione, una perdita su base annua per efficienza di conversione che può arrivare fino al 2% e una perdita dovuta all'aumento del numero di connessioni dello 0.2%. Questo valore è calcolato includendo le perdite per mismatch che normalmente si hanno fra pannelli attualmente in commercio. Oltre all'aspetto energetico la presenza di ottimizzatori aumenta i costi di manutenzione, le rotture (per la presenza di un numero superiore di connessione ed elementi) e il rischio di innesco di incendio. Come indicato da un recente studio del Fraunhofer Institute e il TUV.

In Figura 2 sono riportate le statistiche TUV che mostrano le principali cause di incendi in impianti fotovoltaici. Tra queste le più ricorrenti sono i guasti

del prodotto e gli errori di installazione (<https://www.sma-sunny.com/it/protezione-antincendio-per-impianti-fotovoltaici/>)

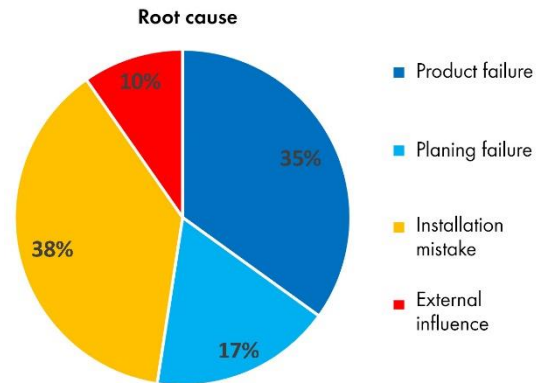


Figura 2. Principali cause di incendio in impianti PV

5. Tetto con ombreggiamenti fino al 20%

In caso di ombreggiamenti fino al 20% la soluzione di impianto ideale è:

- inverter di stringa (con uno o due MPPT, in base alle falde)
- attivazione sull'algoritmo MPPT della shadow function (SMA ShadeFix).

L'algoritmo SMA ShadeFix rispetto agli algoritmi standard Perturb & Observ permette la ricerca dinamica del massimo assoluto della curva di produzione in presenza di più massimi locali.

Attraverso due livelli di scansione (uno a frequenza elevata ed uno a frequenza più bassa) della curva di produzione PV l'inverter imposta sempre la tensione che massimizza la produzione, come mostrato in Figura 3.

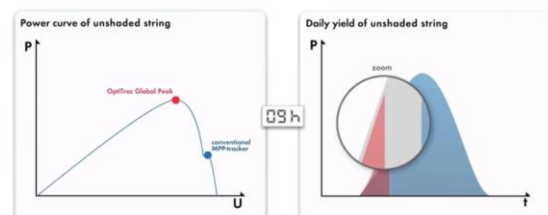


Figura 3. Aggancio al massimo assoluto con SMA ShadeFix

La Figura 4 mostra come, rispetto alla condizione ideale (assenza di ombreggiamenti), un impianto ombreggiato con algoritmo MPPT standard perda fino al 20% in un giorno. Con SMA ShadeFix la perdita si riduce al 1%.

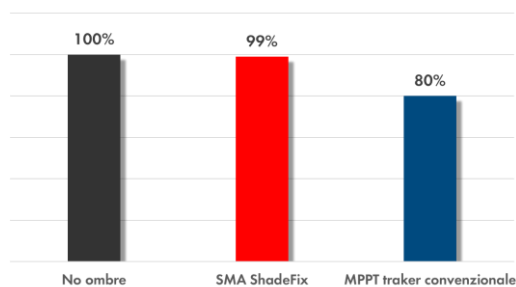


Figura 4. Confronto rendimenti giornalieri con diversi algoritmi di ricerca, nel caso di ombreggiamenti fino al 20%

6. Tetto con ombreggiamenti fino al 50%

Soprattutto in ambito domestico, esistono situazioni in cui gli ombreggiamenti possono essere significativi, superando la soglia del 20% trattata al paragrafo precedente.

In questi casi la soluzione ideale prevede:

- inverter di stringa (con uno o due MPPT)
- settaggio inverter su algoritmo MPPT standard (OptiTrac), senza shadow function
- installazione ottimizzatori a livello di modulo, solo sui moduli interessati dall'ombreggiamento (selective deployment)

La presenza di ombreggiamenti importanti rende consigliabile l'ottimizzazione a livello di modulo; nonostante questo, il principio di installare solo quanto è necessario va comunque perseguito. Tutto ciò si traduce nell'installazione dei MPPT solo sui moduli interessati dall'ombreggiamento. Con questo approccio si riducono le perdite di produzione dovute alle ombre e si limita al minimo necessario la complessità dell'impianto, garantendone il più elevato livello di affidabilità consentito dalle condizioni al contorno.

7. Tetto con ombreggiamenti superiori al 50%

Al crescere delle zone ombreggiate è possibile ovviamente estendere quanto detto al par.6 a tutto l'impianto, fino ad equipaggiare tutti i moduli con MPPT.

Va comunque detto che nel caso di ombreggiamenti importanti la soluzione ingegneristicamente migliore rimane quella di modificare il layout di impianto, evitando che gli ombreggiamenti non superino per quanto possibile il 10%. Soluzioni con pannelli posizionati con il solo scopo di massimizzare il numero di moduli sono altamente sconsigliabili perché, a prescindere dall'ottimizzazione, avranno sempre un ritorno dell'investimento significativamente più basso.

8. Monitoraggio

Parlando di ottimizzatori, spesso si sottolinea il vantaggio del poter visualizzare le prestazioni di ogni singolo modulo.

Questa considerazione potrebbe portare alla conclusione che si dovrebbero installare ottimizzatori su ogni modulo.

Questo non è esatto per almeno due motivi:

- come spiegato, l'aggiunta di elementi non necessari alla produzione peggiora i kWh prodotti e aumenta il numero di guasti
- il monitoraggio a livello di singola stringa è sufficiente a identificare potenziali guasti ed hot-spot. Infatti, la sensibilità di tale monitoraggio garantisce un'adeguata misura dei cali di produzione di un singolo modulo in una stringa. Se questo degrado giustifica un intervento tecnico, l'identificazione del modulo guasto si ottiene in pochi minuti testando i moduli della stringa segnalata. Tale procedura (check di tutti i moduli di una stringa quando si interviene sull'impianto) inoltre fa parte di un corretto intervento di manutenzione.

In conclusione, con un normale monitoraggio di stringa ho già un monitoraggio dei guasti a livello di modulo. Mentre gli ottimizzatori aggiungono solo una diversa visualizzazione dei guasti stessi.

Se tale visualizzazione, che come detto non porta alcun vantaggio O&M, è un'esigenza prioritaria rispetto ad una massimizzazione della produzione e dell'affidabilità, allora il design di impianto è guidato da logiche diverse da quelle tecniche e sicuramente non garantirà il massimo ritorno dell'investimento al cliente finale. Questi temi sono fuori dallo scopo di analisi di questo whitepaper e si inseriscono in logiche di marketing.



9. Sicurezza antincendio

Un ultimo punto su cui fare chiarezza è se i VVFF richiedano formalmente MLPE per prevenire gli incendi.

In questo caso la risposta è contenuta in una circolare dei VVFF 1034/2012:

“Si segnala che è stata presa in considerazione l'installazione di dispositivi di sezionamento per gruppi di moduli, azionabili a distanza, ma ad oggi non se ne richiede l'obbligatorietà in quanto non è nota l'affidabilità nel tempo, ne è stata emanata una normativa specifica che ne disciplini la realizzazione, l'utilizzo e la certificazione”

A conferma di quanto sopra un funzionario presso il Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, sottolinea “Gli interruttori elettronici non potrebbero assumere la funzione di sezionatori secondo la CEI 64-8 art. 537.2.1.3 perché non operano un'interruzione galvanica del circuito, prerogativa dei sistemi elettromeccanici.”

<https://www.infobuildenergia.it/notizie/sicurezza-antincendio-impianti-fotovoltaici-facciamo-chiarezza-6453.html>

Studi indipendenti (Fraunhofer institute e TUV) hanno inoltre verificato che la condizione di incendio in impianti PV è rara (>0.006% su 400 GW) e la prima causa di questi casi è comunque un problema sulle connessioni.

In conclusione, la presenza di ottimizzatori oltre che non richiesta è potenzialmente controproducente aumentando il numero di connessioni ed elementi soggetti a guasti.

Conclusioni

In questo whitepaper si sono analizzati diversi scenari di impianti al fine di identificare per ognuno di essi la soluzione migliore.

Il risultato è che un approccio che preveda l'installazione di ciò che è veramente necessario e funzionale all'impianto è quello che permette di ottenere la migliore produzione energetica di ogni impianto e la maggiore affidabilità, minimizzando dunque i tempi di ritorno dell'investimento e la sicurezza dell'installazione.